

# EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56016806 ✓  
 PUBLICATION DATE : 18-02-81

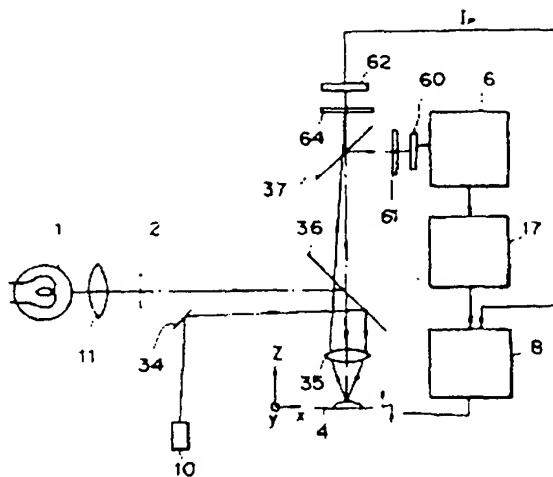
APPLICATION DATE : 20-07-79  
 APPLICATION NUMBER : 54091496

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : OSHIMA YOSHIMASA;

INT.CL. : G01B 11/30 // G01B 11/24

TITLE : SURFACE ROUGHNESS MEASURING  
 UNIT



ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to measure minute ruggedness on the surface of an object without contact in a high speed with a high precision, by focusing the reflection light pattern for the projection pattern from the measured object onto an array-shaped detector.

CONSTITUTION: The white light from light source 1 through optical pattern 2 is projected onto the surface of measured object 4 in an optical pattern form and becomes a reflection light corresponding to the optical property of the surface and is focused onto array-shaped detector 60 and is picked up. Meanwhile, the radiant light of semiconductor laser 10 is irradiated onto object 4 from the oblique direction, and the reflection light is incident onto position sensor 62, and rough adjustment for defocusing can be performed by defocusing detection signal IP. Further, the detection signal dependent upon one one-dimensional scanning of array-shaped detector 60 is taken out into read circuit 6 and is processed by contrast detecting circuit 7, and focusing driving circuit 8 is driven to perform fine adjustment. Thus, the focusing operation is performed in a high speed, and high-precision measurement is possible.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-16806

⑬ Int. CL<sup>3</sup>  
G 01 B 11/30  
/ G 01 B 11/24

識別記号  
102

府内整理番号  
6666-2F  
6666-2F

⑭ 公開 昭和56年(1981)2月18日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑮ 表面粗さ測定装置

⑯ 特願 昭54-91496  
⑯ 出願 昭54(1979)7月20日  
⑯ 発明者 押田良忠  
横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内  
⑯ 発明者 牧平坦  
横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内  
⑯ 発明者 秋山伸幸  
横浜市戸塚区吉田町292番地株

式会社日立製作所生産技術研究  
所内  
⑯ 発明者 中川泰夫  
横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内  
⑯ 発明者 大島良正  
横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内  
⑯ 出願人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
⑯ 代理人 弁理士 秋本正実

1 頁

2 頁

明細書

発明の名称 表面粗さ測定装置

特許請求の範囲

1. 明部と暗部との組合せより成る光パターンをレンズを介して被測定物体に投影照像せしめる第1の光学系と、複数の検知素子より成るアレイ状検知器と、上記被測定物体からの上記投影パターンに対する反射光パターンを上記レンズを介して上記アレイ状検知器に照像せしめる第2の光学系と、上記反射光パターンの結果に従つて得られる上記アレイ状検知器からの出力信号を取り出し処理して上記レンズと被測定物体との位置関係を各焦点關係になるよう調整するための制御信号を導る手段と、より成る表面粗さ測定装置。

2. 上記アレイ状検知器は、上記検知素子をマトリックス構成としたマトリック形より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

3. 上記アレイ状検知器からの出力信号の取り出し方は、上記光パターンの配列方向に沿つて並列的に順次取り出すようにした特許請求の範囲第

2項記載の表面粗さ測定装置。

4. 上記光パターンは、その配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するよう構成され、た特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

5. 上記光パターンはその配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するよう構成され、且つ上記アレイ状検知器の各検知素子は上記2種類の周期パターンの中の小さい方の周波数での暗部と明部とを識別可能に構成した特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

6. 上記取り出し処理に際しては、上記相異なる2種類の周期パターンの成分の各々に対して各焦点位置からのずれ状態を示す2つの信号を得、該ずれ状態を示す2つの信号をずれの規模に応じて選択的に取り出し上記制御信号として設定してかかる特許請求の範囲第5項記載の表面粗さ測定装置。

置。

7. 上記アレイ状検知器は、直線的に配列された複数の検知素子より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

8. 上記アレイ状検知器の各検知素子では、上記光パターンの各明暗部に対し、パターン明暗変化方向と直角な方向を搬出可能にした特許請求の範囲第7項記載の表面粗さ測定装置。

9. 上記光パターンは、その配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが1つの周期パターンを形成するように形成された特許請求の範囲第8項記載の表面粗さ測定装置。

10. 上記取り出し処理は、上記光パターンの各暗部と明部とのそれぞれについて端部及び中央部を経て搬出取り出しそうにすると共に、詰め出取り出してなる出力信号をもとに合焦点位置からのずれ状態を示す2つの信号を得、詰めずれ状態を示す2つの信号をずれの検出に応じて選択的に取り出し上記制御信号として設定してなる特許請求の範囲第9項記載の表面粗さ測定装置。

11. 上記被測定物体への投影検査光として、上記光パターン以外にポジション設定用のビーム光を与え、該ビーム光の被測定物体からの反射光を上記レンズを介して投影検査し、該投影検査によつて得られたビーム光の周像光を取り出しめりし、上記制御信号と共に調整用に利用するようとした特許請求の範囲第10項記載の表面粗さ測定装置。

発明の詳細を説明

本発明は、物体表面の微細な凹凸を非接触で、高速、高精度で測定することを可能にした表面粗さ測定装置に関する。

従来、物体の表面の微細な凹凸を測定する方法として鋭い先端を有する針針による接触型表面粗さ計、細いノズル先端から噴出する空気の流れ供給からノズル端と物体表面の間隔を求める装置、静電容量から間隔を求める非接触型の装置等があつた。従来のこれらの装置は以下に述べる問題があつた。第1の装置では、表面の軟い物体には傷をつけるため鋭い対象にのみ測定可能であつた。第2の装置及び第3の装置は、被測定物体の最端

領域(例えば100  $\mu$ m以下)での測定が困難であつた。さらに、第3の装置では、測定対象に燃焼物を添ふことは不可能であり、第2の装置では空気圧により表面の形状が変化する可塑性の材料を対象とすることは不可能であつた。

以上の従来の諸欠点を解消すべく、本出願人は、先に「表面粗さ測定装置」(特願昭54-3961号)の出願を行つた。この先願発明は、一定の周期を有するパターンを物体表面に投影し、その投影像から、輪廓系との物体表面との相対的位置を等価的に(即ち、完全輪廓状態の時の位置關係になるよう)一定をらしめるように制御することにより合焦点状態を検出し、この輪廓系の光軸に垂直な方向にこの物体を移動せしめる等の上記制御装置より表面粗さを測定するようにしている。更に、上記先願発明は上記投影像の検査手段として、ビジコン等の検査管を用いている。従つて、得られる信号は、検査管が一画像増幅する周期毎に発生することになるため、例えば15  $\mu$ sec程度の時間を消費する。この時間がフィードバック時間となるた

め、合焦点に到達するまでにかなりの時間を要し、高速度な測定ができなかつた。

本発明の目的は、高速度、高精度の測定を可能にした表面粗さ測定装置を提供するものである。

本発明の要旨は、ビジコン等の検査管の代りに、アレイ状検知器を用いるようにしたのである。このアレイ状検出器は幾つかの形態より成る。第1は、検知素子をマトリクス状に平面配列したアレイ状検知器である。第2は検知素子をリニアに配列した一次元構成のアレイ状検知器である。この他に検知素子の各後の組合せが存在する。本発明では、これらのアレイ状検知器のいずれをも採用可能にしている。更に、本発明では、上記各層のアレイ状検知器からの出力の取り出し方に特に意を用いている。出力の取り出しの際は、アレイ状検知器をいかに走査するかが問題となる。この走査のやり方が出力の取り出し方を決定することになる。従つて、本発明では、採用するアレイ状検知器の構成に応じた独自な走査の仕方が規定されている。更に、本発明では、上記走査によつ

て得られた信号を特別の形態によつて処理し、この処理結果を利用してことによつて台無点状態への高速な接近方法を見出すようにしている。以下本発明を図面により詳述する。

第1図は本発明の表面粗さ測定装置の実施例を示す図である。第2図は測定対象となる物体上に投影すべき光パターンを示している。第1図に於いて、光線1は白色光の光線であり、この光線1から放出された白色光は照明用のレンズ11を通過して光パターン部2に到達する。光パターン部2は、上記レンズ11を通過してきた白色光の逆走方向に對して直角な平面上に配置されており、部分的に光を遮断する遮へい部と光をそのまま通過させる通過部とより成る。この遮へい部と通過部との組合せによつて暗部と明部とより成る光パターンが形成されている、その一例を第2図に示す。

図で斜線部は光遮へい部、非斜線部が光通過部を示している。この光パターン部2は2つの周期（周波数）のパターンを持つ。第1は光遮へい部22と光通過部21とより成るパターンであり、両部

21、22の巾をPとすると2P周期のパターンとなる。第2は、上記2P周期のパターンと巾広を遮へい部2のパターンとの組合せによつて得られる2aP周期のパターンである。

以上の構成の光パターンを有する光パターン部2を通過した白色光は、透光パターン形状で半透鏡36に投影され、次いで反射されて拡像レンズ35に至る。この拡像レンズ35で拡像された光パターンは被測定用の物体4の表面に投影され、次いで、該表面の光学的性質に応じた反射光となりレンズ35、半透鏡36を介して鏡面上方に透過してゆく。半透鏡36を通過した光はその光路上に設置された波長選択ミラー37により水平方向に反射され、色フィルタ61を介してアレイ状検知器60上に延伸し、該アレイ状検知器60を構成する検知素子によつて検出される。

アレイ状検知器60をマトリックス状の平面構造とした場合を想定し、このアレイ状検知器60と反射パターンによる結果との関係を第3図に示す。図に示すように光パターンの周期とアレイ状検知

点60の検知素子（アレイ素子）601の開口（大きさ）の周期とは一定の関係を有している。即ち、図では、アレイ素子開口の周期Pに対し、パターンの周期は2Pである。然も、パターンの暗部及び明部の中心はアレイ素子開口の中心と一致している。

第1図の説明に戻る。光線10は上記白色光の光線とは異なる波長、特に指向性の優れたレーザビーム等の光線である。本実施例では、例えば半導体レーザ（赤外光発生）を用いている。半導体レーザ10で放射された光は、半透鏡36で反射され拡像レンズ35を通過した後、物体4に斜め方向から照射される。物体4ではその表面の光学的性質に応じた反射を行い、その反射光は及び拡像レンズ35、半透鏡36を通過し、波長選択ミラー37、色フィルタ64を介してポジションセンサ62に入射する。拡像レンズ35を介して上記ビームが照射される物体4上の表面位置が、拡像レンズの焦点位置にある時にはポジションセンサ62への反射光は該ポジションセンサ62の中心位置に入射する。然るに焦

点位置より上側または下側（即ち、近い又は遠い）に表面位置がある場合には、ポジションセンサ62の中心に対しそれぞれ右又は左に入射する。従つて、中心位置からのずれの角を検出することによつて、焦点ずれ方向を知ることができる。従つて、かかる求め入射光の角度を適当に選択すると、焦点位置からのずれ状態（例えば、1度程度）を検出することが可能たる、ポジションセンサ62の焦点ずれ検出信号Ipを利用して位置調整が可能となる。但しこの検出信号Ipによる位置調整は、粗調整であり、微調整はアレイ状検知器60から得られる信号を利用することによつて行つていい。

次にポジションセンサ62からの検出信号Ipの利用の仕方及びアレイ状検知器60からの出力信号の利用の仕方について述べよう。先ず、アレイ状検知器60の出力信号の取り出し方及びその出力信号の処理の仕方を述べよう。

アレイ状検知器60の横方向を第3図に示すよう、X、Y、Z方向をととする。Z方向はパターンの

流れ方向であり、 $\pm$ 方向はバターンの高さ方向である。かかるアレイ状検知器 60 からの出力信号は、 $\pm$ 方向をパラレルに、 $\pm$ 方向をシリアルに走査することによって外部に抜けられた検知器読み出し回路 6 に取り出されている。

この読み出し回路 6 の出力はコントラスト検出回路 7 によって処理され、台無点駆動回路 8 を駆動する。今、 $\pm$ 方向のアレイ点子の数を  $M$  とすると、1 回の走査で  $M$  個の検出信号が同時に得られることになる。第 3 回では  $M=10$  とし、取り出される信号は  $S_1, S_2, \dots, S_M$  としている。

第 4 図は上記 1 回の走査で検出される検出信号  $S_1, S_2, \dots, S_M$  の取り出しを含めた読み出し回路 6 及びコントラスト検出回路 7 の実験例を示している。加算回路 71 は 1 回の走査毎に得られる 10 個の検出信号  $S_1, S_2, \dots, S_M$  を読み込み、総加算  $\frac{10}{2} S_1$  を行っている。各走査毎の総加算値  $S(t)$  は、減算絶対値回路 730, 731, 差延回路 721, 722 の入力となる。差延回路 721 は、1 素子間の走査に費する時間  $t_0$  の遅延時間を持ち、差延回路 721 は

1 素子間の走査に費する時間に応する遅延時間  $t_0$  を持つている。従つて、差延回路 721 からは現在の走査時点よりも 1 素子間ビッチ前の走査時点の総加算値  $S(t-1)$  が出力として得られる。一方、差延回路 722 からは、現在の走査時点よりも 1 素子間ビッチ前の走査時点の総加算値  $S(t-2)$  が出力として得られる。減算絶対値回路 730 は、 $S(t)$  と  $S(t-1)$  の偏差をとり、且つその総対値  $|S(t) - S(t-1)|$  の演算を行う。減算絶対値回路 731 では  $S(t) - S(t-2)$  の演算を行い、且つ総対値  $|S(t) - S(t-2)|$  の演算を行っている。次に、横分回路 741 では、回路 730 で得られた  $D_1(t) = |S(t) - S(t-1)|$  を順次取り込み所定区間 ( $0 \sim t_0$ ) にわたって総加算、即ち積分  $\int_0^{t_0} D_1(t) dt$  を行う。この積分値を制御信号  $I_1$  とする。一方、横分回路 742 では、回路 731 で得られた  $D_2(t) = |S(t) - S(t-2)|$  を順次取り込み所定区間 ( $0 \sim t_0$ ) にわたって総加算、即ち積分  $\int_0^{t_0} D_2(t) dt$  を行う。この積分値を制御信号  $I_2$  とする。

次に、以上述べた出力である制御信号  $I_p, I_1, I_2$

、 $I_p$  の物理的性質について述べる。第 5 図はその説明図である。合焦点位置に物体表面が存在する時の位相を  $Z_0$  (合焦点一致点) とし、その合焦点位置  $Z_0$  からのずれを  $\pm Z_1$  とする。この合焦点位置から、のずれによつて先ず、ポジションセンサ 62 の出力  $I_p$  は第 5 図の如く変化する。但し、図で、合焦点位置  $Z_0$  にある時の  $I_p$  の値  $I_{p0}$  は理想的には  $I_{p0}=0$  であるが、光ビームは一般に物体表面が合焦点位置に存在する時でも、その表面下に部分的に入り込み乱反射を起すことがある。この規模は当然のことながら、物体の光学的性質によつて異なる。一方、出力  $I_1$  は、1 走査区間毎 (第 2 図の初期駆動バターンに合わせている) の検出値の総対偏差の所定区間にわたつての総和である。従つて、合焦点位置  $Z_0$  では第 2 図のバターンに従えば最大の値となり、そこからずれることによつてアレイ状検知器 60 での相像バターンはそのずれの度が大きくなるに従つてぼやけたものとなり、暗部と明部との区別がつきにくくなる。この結果、相加り合う検出値の総対偏差も小さくなつてゆく。即ち、出

力  $I_1$  は第 5 図に示す如き特性となる。即では  $\pm Z_1$  をその境界値としている。この境界値  $\pm Z_1$  を超えると  $I_1=0$  となつてしまつ。一方、出力  $I_2$  は、走査区間毎の検出値の総対偏差の所定区間にわたつての総和である。この  $I_2$  を第 2 図に示した初期駆動バターンに適用した場合、 $\pm$  なる走査区間は短周期バターンと長周期バターン (特に巾広バターン) との絶対偏差の所定区間にわたつての総和が  $I_2$  となる。従つて、第 5 図に示すように、合焦点位置  $Z_0$  で  $I_2$  は最大となり、ずれ量  $\pm Z_0$  で  $I_2=0$  となる特性となる。但し、 $Z_0$  の時点での  $I_2$  の最大値に比して  $I_2$  の最大値は小さくなつてゐる。以上、 $I_1$  と  $I_2$  についてみれば、 $I_1$  は合焦点位置で長いピークを持つ鋭い曲線となり、 $I_2$  は巾の広いながらかな曲線となる。

次に以上述べた制御信号  $I_p, I_1, I_2$  の利用の仕方を述べよう。初期状態 (試料台上に物体を設置し測定を開始する時の状態) では、一般に合焦点位置  $Z_0$  から大きくはずれているので、 $I_p$  により初期

整が行われて合焦点に近い位置まで調整される。しかし、この調整は物体内外に光が入り込むような物体に対して大きな出力を生ずるため、空調盤に用いることはできない。この  $I_p$  による粗調整は、 $I_1$  と  $I_2$  とを利用する。第 5 図から明らかになります。 $I_n$  は  $\pm 2\%$  の焦点距離まで検知可能である。従って、 $I_p$  による粗調整終了後  $I_b$  によって第 1 段階の微調整、次に、 $I_1$  を利用して第 2 段階の微調整、最後に合焦点位置への収束を行う。

かかる  $I_p$ 、 $I_n$ 、 $I_1$  のいずれを利用するかは、 $I_1$  に閾値  $I_{1c}$ 、 $I_n$  に閾値  $I_{nc}$  を設定しておき、閾値  $I_{1c}$ 、 $I_{nc}$  と  $I_p$ 、 $I_n$ 、 $I_1$  の比較を行い、その比較の結果に基づいて  $I_p$ 、 $I_n$ 、 $I_1$  のいずれを採用するかの決定を行なう。即ち、

- $I_n < I_{nc}$  の時は  $I_p$  を選択し、この  $I_p$  によって動作を行う。
- $I_n \geq I_{nc}$  且つ  $I_1 < I_{1c}$  の時は  $I_1$  を選択し、この  $I_1$  によって動作を行う。
- $I_1 \geq I_{1c}$  の時は、 $I_1$  を選択し、この  $I_1$  によって動作を行う。

以上の比較選択動作を行なう合焦点检测回路 8 の実施例、特に実験の駆動の前段までを取り出してなる実施例を第 6 図に示す。短周期バターン及び長周期バターンのコントラストを示す出力信号  $I_1$ 、 $I_2$  はそれぞれ、比較回路 811、812、822、選択回路 831、832 に入力する。比較回路 811、812 では上述した各閾値  $I_{1c}$ 、 $I_{nc}$  と  $I_1$ 、 $I_2$  との閾値  $I_1$ 、 $I_{1c}$ 、 $I_2$ 、 $I_{nc}$  を求める。この 2 つの閾値は出力  $I_p$  と共に選択回路 84 に入力する。この選択回路 84 では上記 3 つの入力の比較を行い、前述した比較結果に従つた  $I_p$ 、 $I_n$ 、 $I_1$  のいずれの駆動を行うかの選択信号を出力として発生し、スイッチ回路 85 に送る。一方、選択回路 831、832 は、それぞれ 1 ハザード間に相当する選択時間を持つている。

この選択回路 831、832 の出力  $I_1(t-t_0)$ 、 $I_n(t-t_0)$  はそれぞれ比較回路 821、822 に入力し、 $I_1$ 、 $I_n$  との間に閾値  $I_1(t_0)-I_1(t-t_0)$ 、 $I_n(t_0)-I_n(t-t_0)$  がとられる。

今、物体の合焦点のための Z 方向の駆動に伴い

、合焦点に近づくか遠ざかるかに応じて上記閾値  $I_1(t-t_0)$  及び  $I_n(t-t_0)$  は正か負になるが、この符号に応じてテーブルを上下させれば合焦点駆動が可能となる。スイッチ回路 85 は、選択回路 84 の選択結果に従つて駆動信号  $S_d$  を  $I_1(t-t_0)$ 、 $I_n(t-t_0)$ 、 $I_p$  のいずれにするかの選択を行つてある。かくして得られた駆動信号  $S_d$  によって合焦点位置駆動を行なえば、高速な合焦点位置への収束が可能となる。

以上の本実施例によれば、一次元方向の一走査のみで合焦点状態を異わすコントラスト信号が得られ、この信号を基に上下方向の駆動動作ができるため、従来の二次元走査型のナレピカメラを用いる方法に比べ、短時間(1ms 程度) フィードバック信号が得られるため、高速の測定が可能となる。なお本実施例ではアレイ状検知素子の走査方向と周期バターンの周期方向は一致しているが、互に直交するような物体にし、並列に走る絶対値を求めても、本発明の目的を達成することは容易に分かる。

、第 7 図(H)、(I) は本発明の他の実施例、特にアレイ状検知素子に関する実施例である。(H) 図の実施例では、波長選択ミラー 37 と検知器駆出回路 6 との間に、シリンドリカルレンズ 600 及び一次元アレイ状検知器 650 を設けている。シリンドリカルレンズ 600 は周期バターンの周期方向と直交する方向をアレイ状検知器 650 に結構集光させるよう、且つ、周期方向は周期バターンの暗部と明部の中心が一次元アレイ状検知器の各開口の中心と一致するよう、配置されている。この一次元アレイ状検知器 650 の各アレイ素子(開口)からは、送出回路 6 によつて信号  $S(t)$  が送出される。この読み出された信号  $S(t)$  は一方向での増加減信号であり、従つて、第 4 図の加算回路 71 の出力と同じとなる。以後の処理は上述の実施例と同様となる。(I) 図は、シリンドリカルレンズを使用せず、実質的にシリンドリカルレンズを使用したのと同様の効果を発揮させるための検知器の実施例である。各検出素子 601A は、暗部 24、26 及び明部 25 に対してそのバターン周期方向と直角な方向すべてを検出できる

ように構成している。

次に、第8図は、本発明の他の実施例を説明するための図であり、第9図はその実施例の回路構成を示している。第8図で、IIは合焦点位置にある時のアレイ検知器の超像パターンを示し、Iは合焦点位置からはずれた時の超像パターンを示している。このパターンの周期を2Pとする時、アレイ検知器での検出周期を $\frac{P}{3}$ とする。即ち、パターンの半周期で3点の検出を行うようになっている。半周期のスタートに近い点、半周期の中心点、半周期の終了に近い点の3点を検出点としている。従つて、一次元アレイ検知器の開口の番号から0, 1, 2, ...と番号をつけた時、 $3m+1$ （但し、 $m$ は整数）番目の開口の中心線と明確線及び暗線の中の中心線が一致するようにならしてある。今、例えば、第9図に示すように、開口601A, 601B, 601Cを半周期分の検出点の開口、開口601D, 601E, 601Fを次の半周期分の検出点の開口、開口601G, 601H, 601Iをその次の半周期分の検出点の開口とする。加算回路740では、開口601A, 601Cの検出信号の

1番、即ち、3m及び $3m+2$ 番目の信号 $S_{3m}$ 及び $S_{3m+2}$ の和をとつてある。加算回路742は次の半周期の開口601D, 601Fの検出信号 $S_{(m+1)}$ ,  $S_{(m+1)+1}$ の和、加算回路743は同時に開口601G, 601Iの検出信号 $S_{(m+2)}$ ,  $S_{(m+2)+1}$ の和をとつてある。以下、図示していないが、各半周期の両側の2点の和も同様に求められる。減算绝对値回路744, 745は、相加り合つ半周期の中心点の開口での検出信号の差をとり、絶対値で出力するようになつてある。図10では、減算绝对値回路744は、開口601Bの検出信号 $S_{3m+1}$ と開口601Eの検出信号 $S_{(m+1)+1}$ とを入力とし、 $S_{mH} = |S_{3m+1} - S_{(m+1)+1}|$ の演算を行つてある。減算绝对値回路745は、開口601Cの検出信号 $S_{(m+1)+1} - S_{(m+1)+2}$ の演算を行つてある。次に、次段に受けられた減算绝对値回路746は、加算回路740, 742の出力を入力とし、 $S_{mH} = |(S_{3m} + S_{3m+2}) - (S_{(m+1)} + S_{(m+1)+1})|$ の演算を行つてある。同様に減算绝对値回路747は、 $S_{(m+1)H} = |(S_{(m+1)} + S_{(m+1)+1}) - (S_{(m+1)+2} + S_{(m+1)+3})|$ の演算を行つてある。減算绝对値回路744, 745の出力は加算回路748

で始加算され、 $I_H = \sum_{m=1}^{M/2} S_{mH}$ （但し、 $M$ はアレイ電子開口数）となる。次に、減算绝对値回路746, 747の出力は加算回路749で終加算され、 $I_L = \sum_{m=1}^{M/2} S_{mL}$ となる。

以上述べた出力 $I_H$ 及び $I_L$ の無点ずれとの関係を第10図に示す。この関係をもとに $I_H$ と $I_L$ の持つ意味合いを述べよう。第8図から明らかかなようだ、無点からずれてくるとIIからI<sub>H</sub>の変化から明らかかなようだ。減算绝对値回路744, 747の出力は小さくなつてくる。従つて、その和 $I_H$ もその反映した値となる。この $I_H$ は合焦点位置を中心として鋭い特性を示す値となる。一方、減算绝对値回路744, 745の出力も無点からずれてくるに従つて小さくなつてゆく。この小さくなる傾向は $I_H$ の出力に比して緩慢である。この結果は、第10図のようになる。但し、合焦点位置 $Z_0$ では $I_H$ の値が $I_L$ の値よりも大きくなる。以上の第10図を総括してみると、合焦点位置ではスナップ回数的に超像構成が変化するのに対して、わずかな合焦点位置からの変動があると第8図の $I_H$ に示すように構成度

が変化するために $I_H$ ,  $I_L$ は合焦点位置を中心にして減少してゆくのである。

以上の実施例に好適なアレイ検出器の1つは、第7図Hに示した如きアレイ検出器であり、シリンドリカルレンズとの組合せたもの及び回図の如きものが適用される。但し、第9図から明らかかなようだ、リニアな両向からパラレルに信号を取り出すようになることが現実的である。これによつて、全体のパターンの同時処理が可能となる。

以上の第9図を中心とする実施例によれば、1種類の周期を有するパターンであつても、先に述べた2種類の周期を有するパターンを用いるのと同様の効果が得られる。更に本実施例の優れている点は並列型の1次元検知器アレイを用いているため、起動を必要とせず高速でファーワードバック信号が得られ、高速の表面粗さ測定装置を実現することが可能である。なお上述の実施例でシリンドリカルレンズを用いず一方は時系列的の統合し、一方は並列読み出しの2次元検知器アレイを用い、並列読み出し方向と、超像周期パターンの周

期方向を一致させ、第10図  $I_B$ ,  $I_L$  の信号を時系列的に得て、この時系列的に得られた信号の積分を新たに  $I_B$ ,  $I_L$  とした時、この  $I_B$ ,  $I_L$  により、合焦点制御を行うことによつても、本実施例の目的を十分達成し得ることは容易にわかる。又に、上記実施例では、半周期3点の事例を示したが、中心点の他に両側の1点の総計2点であつてもよい。この際には精度が若干低下する。又、3点以外に5点等の多点検出も可能である。

以上の各実施例では、2つの光パターン及び1つの光パターンの事例を示したが、2個以上の光パターンの組合せによつても本発明の目的は達せられる。また、あらかじめ合焦点位置に近づいている事例では  $I_B$  は必要ではない。又に、本実施例での合焦点位置への収束のため制御系は、物体倍率用のテーブルの駆動を行うものであればよい。勿論、相対的な関係からみて光学系の駆動制御であつてもよい。

以上の本発明によれば、アレイ状検知器を使用し、且つその検出位置によつて同時処理的な処

理動作を行うことができるため、高速な表面位置測定が可能となつた。

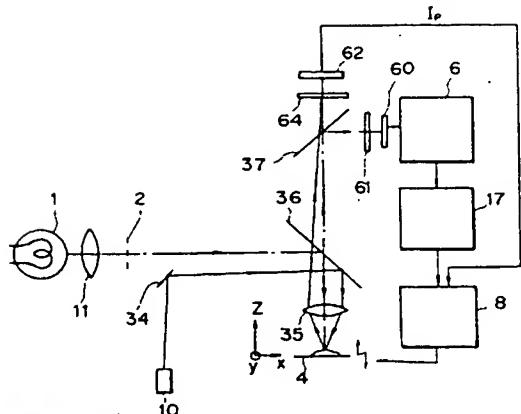
#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例図、第2図は光パターン部の構成図、第3図はアレイ状検知器での光パターン読み取りの一例を示す図、第4図は本発明の処理回路の実施例図、第5図はその特徴図、第6図は本発明の処理回路の他の実施例図、第7図は本発明の光学系及び検知器の他の実施例図、第8図は他の光パターンの事例を示す図、第9図はその光パターンの処理回路の実施例図、第10図はその特徴図である。

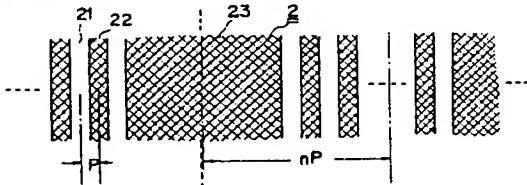
1 … 白色光線、2 … 光パターン部、4 … 物体、6 … 検知器検出し回路、7 … コントラスト検出回路、35 … 投像レンズ、60 … アレイ状検知器、62 … ポジションセンサ。

代理人 井澤士秋 本 正美

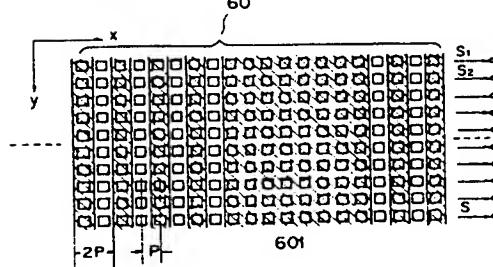
第1図



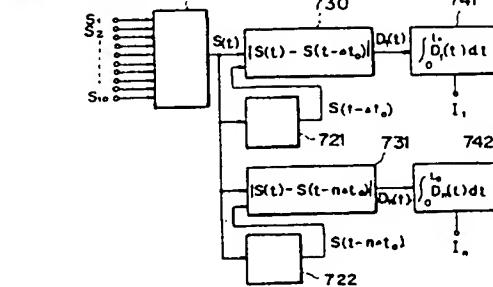
第2図



第3図

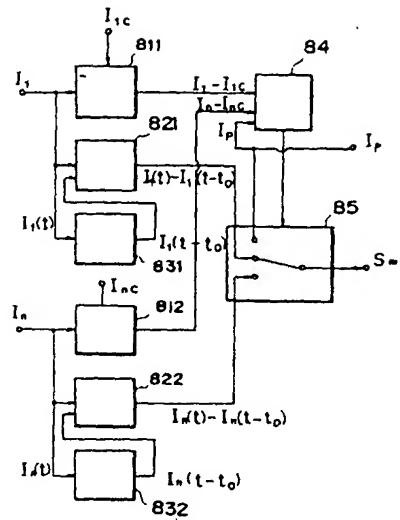
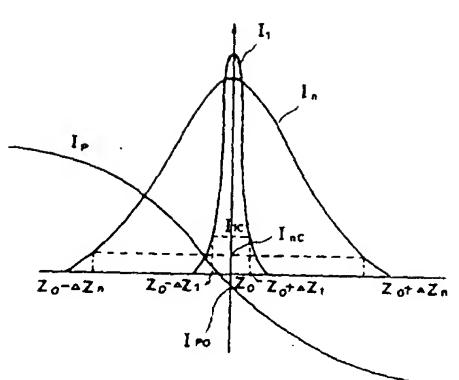


第4図

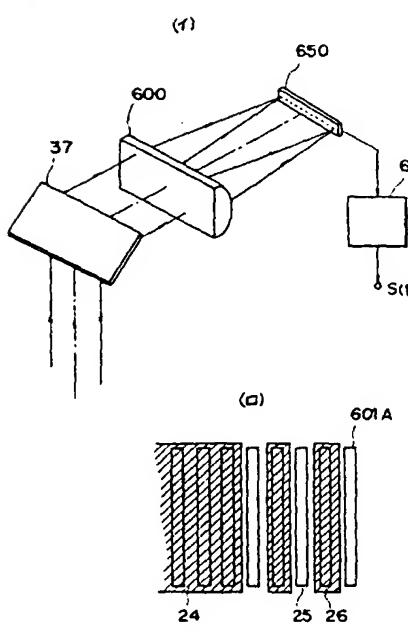


第 6 図

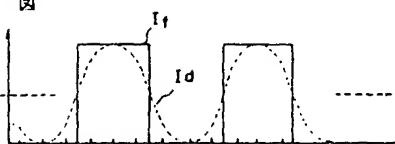
第 5 図



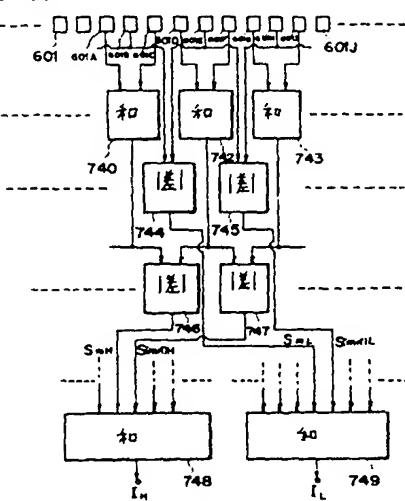
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

